

Um Modelo de Realidade Aumentada no âmbito do Turismo Ubíquo

Daniel Perazzoni da Silva, Cristiano André da Costa, Rodrigo da Rosa Righi

Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PIPCA)
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)
Av. Unisinos, 950 - B. Cristo Rei / CEP 93.022-000 - São Leopoldo – RS - Brazil
dperazzoni@gmail.com, {cac, rrrighi}@unisinos.br

Abstract. *Nowadays, in Brazil we are expecting an increase in the tourism sector, however there are few applications specific targeted to tourism in the country, such as Electronic Tourist Guide (ETG) developed to mobile devices. Specifically, ETG that considers the concepts of real world integration, from ubiquitous computing, are yet more rare. Considering this scenario, this article presents a proposal that explores the ubiquitous tourism. The proposed architecture, called UbiTour, uses context awareness, particularly location based services, along with profile and restrictions. This articles focus on the development of a UbiTour component allowing the users to obtain information using augmented reality. We evaluated the model in terms of usability using a prototype developed to the Caminhos de Pedra cultural itinerary, in Bento Gonçalves. The results show an acceptance of over 80%.*

Resumo. *Atualmente, o Brasil vive a expectativa de crescimento no setor de turismo, entretanto existem poucas aplicações voltadas para o turismo no país, como os Guias de Turismo Eletrônico (ETG) para dispositivos móveis. Particularmente, a existência de ETGs que considere os conceitos de integração com o mundo real, advindo da computação ubíqua, são ainda mais raros. Tendo em conta este cenário, este artigo apresenta uma abordagem que explora o turismo ubíquo. A arquitetura proposta, que é chamada de UbiTour, emprega ciência de contexto, em especial serviços baseados em localização, aliado ao uso de perfis e restrições. Esse artigo foca no desenvolvimento de um componente para o UbiTour que irá possibilitar aos usuários obter informações sob a forma de realidade aumentada. O modelo foi avaliado em termos de usabilidade através de um protótipo desenvolvido para o itinerário cultural Caminhos de Pedra, em Bento Gonçalves. Os resultados obtidos demonstram uma aceitação acima de 80%.*

1. Introdução

Com a expectativa de crescimento do turismo no Brasil, particularmente alavancada pela Copa do Mundo da FIFA, em 2014, e das Olimpíadas, em 2016, no Rio de Janeiro, cresce a necessidade de aplicações que apoiem o visitante. Analisando o turismo como um todo no Brasil¹, foi identificado um problema: a falta de informações gerais sobre pontos de interesse (POIs). Por exemplo, o turista deseja saber como chegar a um determinado local, bem como a história destes locais de interesse, como monumentos ou

¹ <http://www.dadosefatos.turismo.gov.br/dadosefatos/home.html>

regiões históricas, algumas vezes até mesmo pela ausência de sinalizações ou de painéis claros e específicos.

Com a expansão dos *smartphones* no mercado mundial, bem como com o grande progresso em pesquisa, na área de computação móvel e ubíqua, tais dispositivos podem ser utilizados para melhorar a experiência do turista ao visitar os pontos turísticos [Moura et al. 2013; Fenza et al. 2011]. Aplicativos de dispositivos móveis podem atuar buscando informações sobre o lugar de interesse, através de uma detecção de dados sobre o lugar, como coordenadas geográficas, e mostrar ao usuário o que pode impactar na experiência do turista positivamente ao conhecer um ponto de interesse. Uma das técnicas a ser explorada em computação ubíqua é a realidade aumentada que permite mesclar a imagem do mundo real, capturada pela câmera do dispositivo móvel, com objetos virtuais. Estes, podem exibir informações sobre o contexto da imagem, como fotos, vídeos, textos explicativos, entre outros [Martin et al. 2012].

Aplicações que utilizam o conceito de computação ubíqua voltado para o turismo, mais conhecido como turismo ubíquo [Moura et al. 2013], tem utilizado a realidade aumentada para fornecer informações que auxiliam na navegação e no entendimento sobre o que está sendo visitado, exibindo objetos gráficos e direção dos pontos de interesse [Gervautz et al. 2012]. Neste âmbito, o presente trabalho busca desenvolver um componente de realidade aumentada para um Guia Eletrônico de Turismo (*Electronic Tourism Guide* - ETG). Particularmente, o componente visa fornecer funcionalidades para dispositivos móveis que permitam sobrepor informações as imagens capturadas pela câmera e utilizando os sensores disponíveis (como GPS, bússola e acelerômetro).

O componente proposto foi desenvolvido no âmbito do UbiTour, um modelo de ETG que considere as características da computação ubíqua [Moura et al. 2013]. O UbiTour se caracteriza por ser aderente a questões de sensibilidade ao contexto, tanto no que tange a localização quanto demais contextos dos usuários, tais como preferências (alimentação, meios de locomoção, etc.), restrições (como de tempo e de dinheiro) e demais interesses (tipos de atrações preferidas, experiências anteriores, etc.). Neste modelo utiliza-se uma ontologia para otimizar a experiência turística do usuário em uma região.

A presente proposta tem como principal contribuição científica integrar a realidade aumentada com o contexto do usuário, no caso desse trabalho especificamente sua localização, e com isso identificar diferentes estados. Esses estados podem ser pré-definidos na aplicação e gerar diferentes informações de acordo com o contexto das pessoas. Para avaliação do modelo proposto, foi desenvolvida uma aplicação para o itinerário cultural Caminhos de Pedra, em Bento Gonçalves [Bruscato et al. 2013]. Esta aplicação foi analisada para responder se a realidade aumentada pode melhorar a experiência do turista ao visitar uma determinada localidade ou ponto turístico. Além de responder esta questão, este trabalho permite que desenvolvedores utilizem o componente como base para suas próprias aplicações de realidade aumentada, bem como expandir as funcionalidades em trabalhos futuros.

O trabalho está organizado em sete seções. A próxima seção descreve o modelo Ubitor. A seção 3 aborda a arquitetura proposta para o componente de realidade

aumentada desenvolvido. A seção 4 descreve a aplicação criada e detalha os estados definidos para avaliação, que é detalhada na seção 5. A seção 6, por sua vez, descreve os trabalhos relacionados. Por fim, a seção 7 apresenta as conclusões do trabalho, bem como direções de trabalhos futuros.

2. Arquitetura UbiTour

O UbiTour é um modelo de ETG baseado nos conceitos de turismo ubíquo, baseando-se nas três premissas básicas sobre computação ubíqua [Costa et al. 2008]: (i) acesso a computação a qualquer momento e qualquer lugar; (ii) a computação se integra as necessidades das pessoas, se adaptando ao perfil do usuário; (iii) a computação se adapta ao contexto do ambiente. Na Figura 1 é possível observar a arquitetura proposta para o UbiTour. O modelo proposto é baseado na arquitetura cliente/servidor. A camada servidor é composta por componentes de software que fornecem serviços de turismo ubíquo para a camada cliente. Estes serviços foram selecionados de acordo com as premissas do modelo proposto e os resultados obtidos através da análise de comparação dos trabalhos relacionados. A camada cliente é composta pelo aplicativo para dispositivo móvel. Nesta camada, foram disponibilizados componentes de software para a utilização integrada com o servidor (modo online) ou off-line.

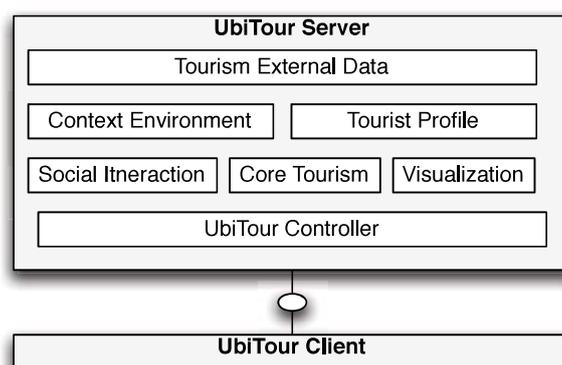


Figura 1. Arquitetura do Modelo UbiTour

A camada servidor do modelo UbiTour é composta pelos seguintes componentes: *UbiTour Controller*, *Core Tourism*, *Social Interaction*, *Visualization*, *Context Environment*, *Tourist Profile* e *External Data*. Um detalhamento do modelo UbiTour pode ser obtido em Moura et al. (2013). Cada componente exerce uma função específica, sendo que esse trabalho foca no detalhamento do componente *Visualization*. O componente é utilizado para decidir qual a melhor estratégia de visualização (*como?*) do POI, além de quais informações complementares (*o que?*) serão exibidas de acordo com o contexto do ambiente e o perfil do turista. As estratégias de visualização prévias a esse trabalho consistiam em suportar a exibição dos POIs em mapas e em listas, onde os POIs são exibidos ordenados por um critério como os mais recomendados para um determinado turista ou os melhores avaliados. O conteúdo apresentado dos POIs pode ser multimídia como vídeos ou fotos sobre este, além de notícias relacionadas. Todo o conteúdo a ser exibido depende do perfil do turista e do contexto do ambiente. A seguir é detalhado o componente proposto para visualização baseado em realidade aumentada.

3. Modelo Proposto de Visualização por Realidade Aumentada

Uma visão geral do modelo proposto é apresentada na Figura 2. O modelo de realidade

aumentada atua como um componente que pode ser agregado ao UbiTour. O *Context Analyzer* é o subcomponente que captura um evento, para cada mudança de coordenadas geográficas do dispositivo móvel. Esse analisador captura um contexto de localização, analisando os dados dos sensores, como as coordenadas do GPS e a direção da bússola. Após a análise, o *State Control*, com base no contexto, irá determinar qual sub-aplicação deve ser executado. Estes estados (*states*) podem possuir a sua própria lógica de negócio e apresentar uma interface diferente. Essa interface é sobreposta sobre a imagem que está sendo capturada pela câmera do dispositivo móvel. Por fim, de acordo com as seleções realizadas são realizadas chamadas a partir do componente entrada/saída com os demais componentes da arquitetura UbiTour.

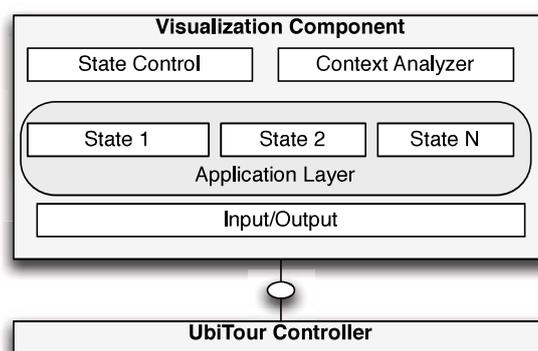


Figura 2. Arquitetura do Componente de Realidade Aumentada

Como se trata de um componente de visualização que deve ser integrado ao modelo UbiTour, é necessário suportar diversas funcionalidades:

- Exibir mapa - O mapa deve ser exibido sobre a forma de realidade aumentada, e deve conter informações de POI (ponto de interesse);
- Seleção de Ponto de Interesse- Os POIs devem ser exibidos sobre a forma de realidade aumentada quando o dispositivo estiver apontando para o POI, considerando um erro de 90 graus (45 graus para esquerda e 45 graus para direita), além disto, estes pontos devem ser selecionáveis e, uma descrição breve sobre este ponto deve ser exibida e um botão com a descrição de 'ir para';
- Exibir rota – uma vez que uma rota é montada, o sistema deve exibir direções sob a forma de realidade aumentada. Esta só deixa de ser exibida quando o usuário chega ao perímetro do ponto de interesse;
- Obter informações sobre POI - Ao entrar no perímetro do POI o usuário pode obter informações sobre os objetos próximos sob a forma de realidade aumentada, textos, vídeos ou objetos tridimensionais;
- Tradução para língua nativa - o usuário pode, ao visualizar textos, tanto no módulo de mapas, quanto para o módulo de realidade aumentada para POIs, selecionar a tradução para a língua nativa.

4. Implementação do Componente de Realidade Aumentada

Para permitir o desenvolvimento deste componente, foi utilizado como base o *framework* Nineveh GL², que funciona como uma camada do OpenGL com foco em

² <http://nineveh.gl>

realidade aumentada. Este *framework* foi utilizado para desenhar objetos 3D na tela e modificar seus atributos, como rotações e posições. Além disso, foram propostas 7 classes básicas (Figura 3). A Classe *Context* serve para conter o contexto corrente, possui informações de latitude, longitude e direção (0 a 360). A interface *StateInterface*, serve como interface para os estados desenvolvidos. A classe *RAframework* funciona como um *singleton* e é chamada, dentro dos estados, afim de fornecer ao desenvolvedor funcionalidades básicas: como montar rotas, criar POIs, obter ângulos e chamar vídeos. Além disso, o desenvolvedor pode ter acesso a objetos básicos do *framework*, como a seta de indicação de rota e navegadores.

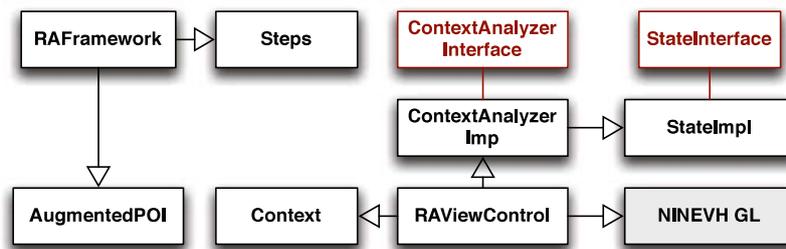


Figura 3. Diagrama de Classes do Componente de Realidade Aumentada

A classe *Steps* representa um passo de uma rota montada, utilizando a funcionalidade do *Google Maps* para geração de rotas, possui latitude e longitude e descrição do ponto. A classe *AugmentedPOI* simboliza um quadro gráfico que representa um ponto de interesse, pode ser exibido na direção do POI, possui um botão de “ir para”, cuja a lógica deve ser fornecida no estado. Esta classe de analisador de contexto deve implementar o protocolo *ContextAnalyzerInterface*, que vai determinar os métodos para análise e criação dos estados. Por último, a classe *RAViewControl*, que é a controladora de todo o componente de realidade aumentada, herda as funcionalidades da *UIImagePicker*, para exibição da câmera, *LocationManager* para trabalhar com a localização, e *NGLViewdelegates* (do Nineveh GL). Esta classe dispara eventos, quando o dispositivo muda a direção e a posição, cria os objetos de contexto e realiza requisições ao analisador de contexto para descobrir qual o estado que deve ser executado.

O componente foi desenvolvido sob a plataforma iOS, utilizando a linguagem Objective-C, os testes foram realizados em um dispositivo Apple iPad 2. Foi utilizado nesta implementação *frameworks* do iOS, como *Location Manager* (trabalhar com localização) e *UIImagePicker* (para trabalhar com a câmera), bem o já citado *framework* Nineveh GL (para trabalhar com OpenGL). Para teste do componente, foi desenvolvido uma aplicação para o itinerário cultural Caminhos de Pedra, na região de Bento Gonçalves.

Foram desenvolvidos três estados para usar em um aplicativo iOS Caminhos de Pedra³, sintetizados na Figura 4. O estado *foraCP*, irá executar, quando o usuário estiver fora do perímetro da região turística. Neste caso, o dispositivo irá mostrar a rota, através de indicações por escrito e através de uma seta de indicação por onde o usuário deve ir.

³ disponível gratuitamente na loja de aplicativos da Apple



Figura 4. Estados desenvolvidos para o protótipo dos Caminhos de Pedra:
1) fora do Caminhos de pedra; 2) no itinerário cultural; 3) em um POI específico

Na Figura 5a, há uma ilustração do estado 1 sendo executado. Este estado usa ferramentas do componente de realidade aumentada como cálculo de ângulos e geração de rotas. O estado *dentroCP* será executado quando o usuário estiver dentro do perímetro do itinerário cultural. Neste caso, o dispositivo irá mostrar janelas descritivas na direção dos pontos de interesse, mostrando ao usuário que naquela direção que o dispositivo está apontando há um ponto de interesse. Além disto, este estado também fornece a funcionalidade “ir para”, em que o usuário pode montar a rota para ir até aquele ponto de interesse, mesma lógica do estado *foraCP*. Na Figura 5b há uma ilustração do estado 2. O estado *emPOI* será executado quando o usuário chegar no ponto de interesse. Uma vez que o usuário chega, o estado irá mostrar informações, através de vídeos e de textos descritivos. Na Figura 5c, há uma imagem do estado 3 para o POI Cantina Strapazzon.

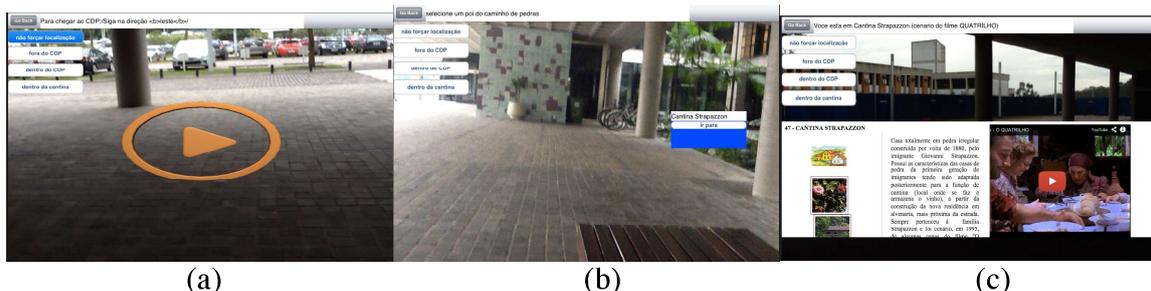


Figura 5. Telas do protótipo desenvolvido: (a) estado 1, indicando a direção do itinerário cultural; (b) estado 2, indicando a direção dos POIs; (c) estado 3, conteúdo multimídia apresentado em um POI

5. Avaliação

Para determinar a aplicabilidade do modelo proposto, foi realizada uma avaliação de usabilidade do protótipo desenvolvido. A ISO 9241-11 [International Organization for Standardization 1998] define que a usabilidade é a medida em que um produto pode ser utilizado, por usuários específicos, para atingir objetivos específicos com efetividade, eficiência e satisfação, em um determinado escopo de utilização. Tendo em vista este conceito, o *framework* proposto neste trabalho foi submetido a uma avaliação destes 3 atributos: Efetividade: se os usuários conseguem ou não completar as tarefas; Eficiência: tempo que os usuários levam para completar as tarefas; e Satisfação: atitude dos usuários depois da utilização da aplicação.

Para fins de avaliação, foram definidas três tarefas, cada uma correspondente a um estado planejado. Essas tarefas foram realizadas por 10 pessoas. Todas as tarefas foram cronometradas e executadas duas vezes por cada usuário. O objetivo neste teste foi determinar o grau de efetividade, eficiência e aprendizagem do aplicativo. A tarefa 1 ocorreu quando o usuário estava fora dos Caminhos de Pedra. O sistema mostrou a rota, o usuário então teve que explicar ao avaliador o que sistema estava mostrando e o que ele havia entendido. A tarefa 2 consistiu em testar o estado dentro dos Caminhos de Pedra, e o usuário teve que procurar pelo POI Cantina Strapazzon e montar uma rota

para este POI. E por fim, a tarefa 3, considerou o estado 3, em que o usuário simulou estar nas proximidades da Cantina Strapazzon. Nesta tarefa o usuário verificou os vídeos e os textos informativos.

Tendo em vista que o modelo proposto dispara ações somente quando a direção e a localização do dispositivo muda, para fins de teste houve uma adaptação que consistiu em inserir 4 botões na tela, sendo eles “não forçar localização”, “fora do CDP”, “dentro do CDP” e “dentro de POI”. Estes botões serviram para forçar a localização e disparar os estados, esta adaptação viabilizou o teste em uma localidade diferente. A avaliação foi feita com um conjunto de 10 pessoas, o critério para escolha das pessoas foi o interesse em fazer turismo e conhecer a região dos Caminhos de Pedra. Além do interesse em turismo, as pessoas foram escolhidas para tornar a amostra mais heterogênea possível. Logo, foram escolhidos 5 homens e 5 mulheres, 3 pessoas de 20 à 25 anos, 3 pessoas 26 a 30 anos, e 4 pessoas de maiores de 30 anos, e com formação em curso superior incompleto ou completo.

Para fins de avaliação de satisfação, o aplicativo foi submetido a uma análise de TAM (*Technologic Acceptance Model*) [Marangunic e Granic, 2014 ; Yoon e Kim 2007]. Esta avaliação mediu a facilidade de uso e a utilidade do aplicativo, buscando responder se a realidade aumentada pôde fornecer uma melhor experiência ao turista. Para as respostas foi utilizada a escala Likert [Likert 1932], a qual fornece opções em uma forma de escala parcialmente gradual (desde 5, concordo totalmente, até 0, discordo totalmente) para obter a resposta e que auxilia também no entendimento do resultado depois de aplicado o questionário.

A medida de efetividade do aplicativo foi mensurada se as pessoas conseguiram terminar as tarefas ou não. Na Figura 6a é apresentado um gráfico de barras para ilustrar os resultados da efetividade. Analisando o gráfico, 100% das pessoas conseguiram terminar as tarefas 2 e 3, enquanto a tarefa 1, das 10 pessoas, 90% conseguiu terminar a tarefa, ou seja apenas uma pessoa não conseguiu terminar. Ao analisar estes dados, podemos considerar o aplicativo efetivo. Foi colhido também um *feedback* desta pessoa que não conseguiu terminar, que o aplicativo poderia ser mais intuitivo se houvesse um mapa ilustrado na tela.

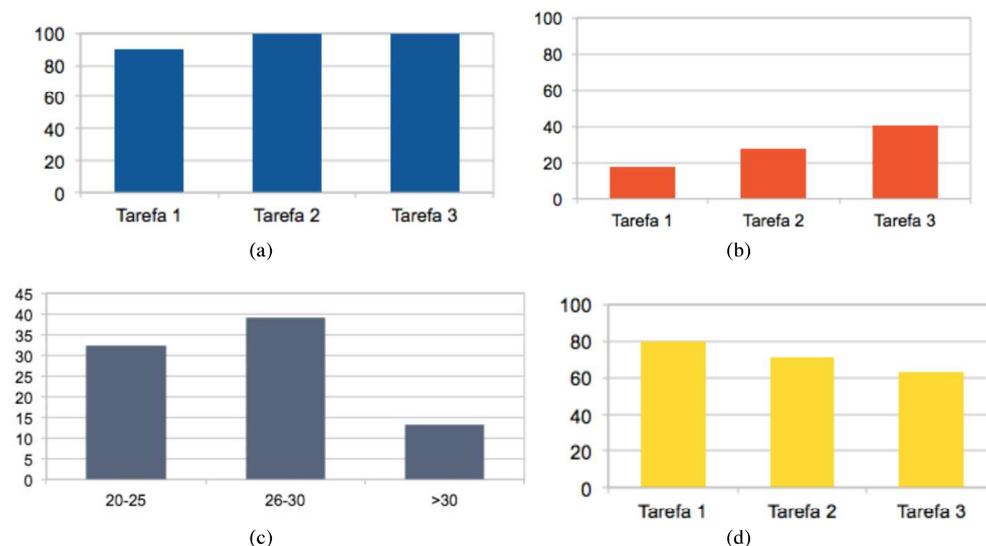


Figura 6. Avaliação da Usabilidade (em %): (a) Efetividade; (b) Eficiência Média; (c) Eficiência Média por Faixa Etária; (d) Grau de Aprendizado

A medida de eficiência do aplicativo consistiu em mensurar quanto tempo a pessoa levou para utilizar o aplicativo comparado com o tempo de um usuário especialista. Cada pessoa executou duas vezes cada tarefa e a média destas execuções foi considerada. Na Figura 6b é apresentado um gráfico para ilustrar os resultados da eficiência média. O gráfico mostra que a eficiência média foi progressivamente aumentando a cada tarefa. Também foi possível observar uma dependência de eficiência pela faixa etária das pessoas. Pessoas com idade de 20 a 30 anos foram mais eficientes, enquanto as pessoas maiores de 30 anos demoravam mais para entender as tarefas. A Figura 6c mostra um gráfico da eficiência média por idade, no qual podemos notar que a eficiência das pessoas com idade de 20 a 25 e com idade de 26 a 30 tem praticamente o dobro da eficiência das pessoas maiores de 30 anos.

Uma vez que os usuários executaram duas vezes cada tarefa, foi possível medir o grau de aprendizagem, ou seja, a redução de tempo na segunda execução. A medida mostra qual o percentual de redução no tempo de execução da tarefa pela segunda vez. A Figura 6d exibe um gráfico do grau de aprendizagem média por tarefa. Ao analisar o gráfico, nota-se que as tarefas 1 e 2 são as tarefas que possuem grau de aprendizagem maior, dado uma certa demora de entendimento da primeira execução. A tarefa 3 foi mais intuitiva, logo os tempos da primeira execução não reduziram tanto na segunda.

Por fim, foi realizada a avaliação de Satisfação. Foram propostas 8 afirmações, 4 relacionadas com facilidade de uso e 4 com percepção de utilidade. A Tabela 1 lista as afirmações escolhidas e o percentual de respostas de acordo com a escala Likert. Com relação a facilidade de uso, nota-se que há um consenso em termos de concordância com as afirmações propostas. Quando perguntado sobre as funcionalidades, a maioria das pessoas concorda plenamente que é fácil utilizar as funcionalidades do aplicativo. Além disso uma média de 80% de pessoas concorda com as questões levantadas, enquanto 20% restante concorda parcialmente.

Tabela 1. Resultados da Avaliação de Satisfação dos Usuários

Medida e Afirmações	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Indiferente	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
Facilidade de uso					
Este App é fácil de entender e usar.	60%	40%			
Com pouco esforço eu consigo ser guiado para uma localidade.	80%	20%			
Com pouco esforço consigo selecionar e ir para um ponto turístico.	90%	10%			
Consigo obter informação dentro de um ponto turístico de forma clara.	90%	10%			
Média	80%	20%			
Percepção de Utilidade					
Exibir informações através de realidade aumentada é interessante.	100%				
Este App me ajuda a encontrar pontos turísticos.	80%	10%	10%		
O App melhora minha experiência ao visitar pontos turísticos.	80%	20%			
Eu usaria este App se estivesse disponível comercialmente.	70%	20%	10%		
Média	82,5%	12,5%	5%		

* Valores zero foram omitidos na tabela

Considerando a percepção de utilidade, nota-se que é um consenso que o aplicativo responde à questão levantada neste trabalho, pois, 100% das pessoas acha interessante que as informações sejam exibidas utilizando a realidade aumentada. Além disto, uma media de 82,5% das pessoas concorda com as questões levantadas, 12,5% parcialmente e apenas 5% são indiferente, o que nos leva a concluir que o aplicativo é de fato útil.

6. Trabalhos Relacionados

Foram considerados alguns trabalhos relacionados que utilizam técnicas de realidade aumentada. Porém, nem todos utilizam essa técnica aplicada ao turismo. O ClayVision [Takeuchi e Ken 2012] é um projeto de aplicação para dispositivos móveis que utiliza uma interface de realidade aumentada, desenvolvido para área do Urbanismo. Este trabalho redesenha a cidade utilizando conceitos de urbanismo para melhorar a navegação das pessoas. O ClayVision utiliza uma interface que torna a navegação mais intuitiva, uma vez que os objetos estão sendo exibidos na tela do dispositivo, ao passo que, em outros sistemas de navegação, utilizam mapas de duas dimensões, que tornam a experiência em navegar mais complexa. No modelo é tarefa do usuário associar pontos exibidos no mapa com os objetos do mundo real.

O *framework de realidade aumentada para ambientes internos* [Zhang et al. 2010] foi desenvolvido por uma equipe da Intel com o objetivo de auxiliar os trabalhadores nas suas tarefas diárias, como fazer manutenção nos computadores ou descobrir de forma mais fácil a configuração do computador em questão. Este *framework* visa possibilitar aos desenvolvedores de aplicações ubíquas de realidade aumentada a desenvolver os estados da aplicação. Estes estados são sub-aplicações e são monitorados e controlados, que mudam na camada de aplicação, de acordo com os dados de contexto. O *framework* permite associação de múltiplos estados na aplicação. Para trabalhar com estes estados, a arquitetura do *framework* foi desenhada em 3 camadas: a camada de geração de contexto, a camada de análise de contexto, e a camada de aplicação.

Por fim, o modelo proposto por Karlekar et al. (2010) consiste em uma aplicação de realidade aumentada para computação ubíqua, onde o foco é contextos de localizações de ambientes abertos. Este trabalho se destaca pela inicialização automática e pelo sistema de rastreamento livre de movimento. Inicialização automática se refere a obter a localização encontrada pelo GPS, e refiná-la utilizando um componente chamado *shape context descriptor* (descriptor de contexto de forma). Após obter os dados da câmera, o sistema vai para a etapa de rastreamento. O modelo tem como características interessantes a correção de movimentos, em função do acelerômetro do dispositivo e também a consideração de mudanças climáticas.

7. Conclusão

Neste trabalho foi identificado um problema que é a falta de informações nos pontos de interesse do turismo. Para atacá-lo foi desenvolvido um modelo de realidade aumentada que se comporta como uma máquina de estados, onde um controlador irá escolher o estado a ser executado analisando o contexto do ambiente. O modelo se integra à arquitetura do UbiTour e pode ser expansível e especializado para suportar uma

determinada localização, através da criação de novos estados. Para fins de avaliação do modelo, foi desenvolvido um componente e uma aplicação foi criada para a localização dos Caminhos de Pedra, em Bento Gonçalves.

Os resultados demonstraram que o módulo desenvolvido é efetivo, é eficiente, especialmente com pessoas mais jovens e mais acostumadas com a tecnologia dos *smartphones* e *tablets* no mercado, e teve um bom grau de aprendizado. Além disso, os usuários mostraram uma satisfação média acima de 80%. Foi possível observar que o fato do aplicativo mostrar informações para os turistas, sob a forma de realidade aumentada, é uma forma muito boa de fornecer uma experiência melhor para o visitante e deve ser explorada mais a fundo, em pesquisas de turismo ubíquo.

Referente aos próximos esforços neste trabalho, o foco se volta para a implementação dos requisitos funcionais adicionais, como a adição de um mapa de navegação, que impactou um pouco na eficiência do aplicativo, segundo os dados levantados. Além disso, torna-se necessário o componente suportar não somente os contextos de localização, mas também suportar os *frames* da câmera de vídeo dos dispositivos móveis, possibilitando aplicar algoritmos de computação gráfica em geral, como rastreamentos de características.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a União Européia por financiar a pesquisa através do projeto Alfa-Gaviotas (Edital Alfa III). Também gostaríamos de agradecer a CAPES, FAPERGS e CNPQ que também apoiam essa pesquisa através da concessão de bolsas.

Referências Bibliográficas

- Bruscato, Underlea et al. (2013) Visualização de informações geográficas no turismo ubíquo de itinerários culturais. In: *XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics - SIGRADI 2013*, Universidad Técnica Federico Santa María, p. 153-157.
- Costa, Cristiano et al. (2008) Toward a general software infrastructure for ubiquitous computing. *IEEE Pervasive Computing*, v. 7, n. 1, p. 64-73.
- Fenza, Giuseppe et al. (2011) A hybrid context aware system for tourist guidance based on collaborative filtering. In: *Fuzzy Systems (FUZZ), 2011 IEEE International Conference on*. IEEE, p. 131-138.
- Gervautz, Michael; Schmalstieg, Dieter (2012) Anywhere Interfaces Using Handheld Augmented Reality. *IEEE Computer*, v. 45, n. 7, p. 26-31.
- International Organization for Standardization (1998) ISO 9241-11: Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs): Part 11: Usability.
- Likert, Rensis (1932) A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.
- Marangunić, Nikola; Granić, Andrina (2014) Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal Access in the Information Society*, doi: 10.1007/s10209-014-0348-1.
- Takeuchi, Yuichiro; Perlin, Ken (2012) ClayVision: the (elastic) image of the city. In: *Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, p. 2411-2420.
- Zhang, Jinxue et al. (2010) A context-aware framework supporting complex ubiquitous scenarios with augmented reality enabled. In: *Pervasive Computing and Applications (ICPCA), 5th Int. Conf.*, p. 69-74.
- Karlekar, Jayashree et al. (2010) Model-based localization and drift-free user tracking for outdoor augmented reality. In: *Multimedia and Expo (ICME), IEEE Int. Conf.* IEEE, p. 1178-1183.
- Martin, Sergio et al. (2012) Ubiquitous annotation and a collaborative open mobile augmented reality. In: *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2012 IEEE*. IEEE, p. 1-5.
- Moura, Humberto et al. (2013) Developing a ubiquitous tourist guide. In: *Proceedings of the 19th Brazilian symposium on Multimedia and the web*. ACM, p. 59-66.
- Yoon, Cheolho; Kim, Sanghoon (2007) Convenience and TAM in a ubiquitous computing environment: The case of wireless LAN. *Electronic Commerce Research and Applications*, v. 6, n. 1, p. 102-112.